

UJI BIOAKTIVITAS EKSTRAK KLOROFORM *RHIZOPHORA APICULATA* (MANGROVE) TERHADAP *SPODOPTERA LITTURA* FABR. SEBAGAI INSEKTISIDA NABATI

TEST OF BIOACTIVITY CHLOROFORM EXTRACT FROM BARK OF *RHIZOPHORA APICULATA* TO *SPODOPTERA LITTURA* FABR. AS BIOINSECTICIDE

Ika Fatchur Rochmah* dan Tukiran

Jurusan Kimia FMIPA-Universitas Negeri Surabaya

Koresponden : *e-mail : a_ikh@yahoo.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bioaktivitas dari ekstrak kloroform kulit batang tumbuhan *Rhizophora apiculata* (EKRA) terhadap ulat grayak (*Spodoptera Littura* Fabr.) meliputi mortalitas, LC_{50} . Pengujian bioaktivitas insektisida terhadap pertumbuhan ulat grayak menggunakan metode semprot dan celup agar diyakini terjadinya racun kontak atau racun perut. Konsentrasi ekstrak EKRA yang diujikan adalah K0= kontrol, K1= 200 mg/L, K2= 400 mg/L, K3= 800 mg/L, K4= 1600 mg/L, K5= 3200 mg/L, K6= 6400 mg/L dengan perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Hasil dari persentase mortalitas ekstrak kloroform tersebut adalah 0%, 25 %, 26,7 %, 33,3 %, 36,7 %, 45 %, dan 55 %. nilai LC_{50} ditentukan dengan analisis probit menggunakan program Minitab 14 for windows. Hasil uji bioaktivitas larvasida memberikan nilai LC_{50} untuk 24, 48, dan 78 jam setelah perlakuan berturut-turut untuk EKRA adalah 9009,573 mg/L; 8550,761 mg/L; dan 4759,487 mg/L. Dengan demikian, ekstrak kulit batang tumbuhan *Rhizophora apiculata* (EKRA) dapat dijadikan alternatif bioinsektisida.

Kata kunci: Bioaktivitas, Ekstrak kloroform, *Rhizophora apiculata*, *Spodoptera littura* Fabr.

Abstract. The aim of this research is to determine to know the insectisidal bioactivity of chloroform extract of plant *Rhizophora apiculata* bark (EKRA) with *Spodoptera littura* as the target insects include mortality, LC_{50} . On the other hand, chloroform extract of stem bark of *Rhizophora apiculata* were also tested the insecticidal bioactivity using to spray and dip method that occurs contact poison or stomach poison. The experiment of insecticidal bioactivity test used seven various of concentrations and was multiplied with 4 replicates. Concentrations for the chloroform extract are 0, 200, 400, 800, 1600, 3200, and 6400 mg/L. Results of percentage mortality of the chloroform extract was 0%, 25%, 26,7%, 33,3%, 36,7%, 45 %, dan 55%. Based on insecticidal bioactivity test, LC_{50} value was determined by probit analysis using programme Minitab 14 for windows. Insecticidal bioactivity test gave the LC_{50} value for 24, 48, and 72 hours after treatments for chloroform extract are 9009,573 mg/L; 8550,761 mg/L; and 4759,487 mg/L. So, the bark extract of the plant *Rhizophora apiculata* (EKRA) may be an alternative plant-based insecticides.

Key words: Bioaktivitas, Chloroform extract, *Rhizophora apiculata*, *Spodoptera littura* Fabr.

PENDAHULUAN

Mangrove adalah sebutan untuk tanaman yang hidup di daerah pasang surut ekstrim, hembusan angin kencang, kondisi tanah berlumpur dan anerobik, salinitas

tinggi serta temperatur tinggi [1]. Selama ini hutan mangrove dipandang hanya memiliki fungsi fisika, ekologis dan sosial. Fungsi fisika dari mangrove antara lain sebagai penahan abrasi, penahan intrusi air laut, penahan gelombang air laut dan angin.

Secara ekologis mangrove berfungsi sebagai tempat pemijahan biota-biota laut yaitu ikan dan udang. Sedangkan dari segi sosial, mangrove dimanfaatkan oleh penduduk pesisir sebagai tempat mencari ikan dan udang, penghasil kayu, arang serta tiang pancang [2]. Namun, pemanfaatan-pemanfaatan tersebut tidak memberikan nilai ekonomi yang cukup signifikan terhadap pendapatan suatu daerah. Oleh karena itu, umumnya mangrove dipandang sebelah mata dan selalu dialih fungsikan. Menurut Agung [3] Buah mangrove, makroalga *sargassum*, dan bakteri-bakteri laut adalah bahan alam yang mudah didapat tetapi kebanyakan pembudidaya belum menyadari fungsi dan khasiat bahan-bahan alam yang terdapat disekitar mereka tersebut.

Mangrove Indonesia Center memperlihatkan tahun 2006 Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki hutan mangrove terluas di dunia. Luas hutan mangrove di Indonesia mencapai 25% dari total 18 juta hektare mangrove di dunia [4]. Pada tahun ini, luas hutan mangrove di Indonesia menyusut menjadi 1,9 juta hectare [2]. Namun demikian, keragaman jenis tanaman hutan mangrove Indonesia cukup tinggi yaitu sekitar 89 jenis, yang terdiri atas 35 jenis pohon, 5 jenis terna, 9 jenis perdu, 9 jenis liana, 29 jenis epifit dan 2 jenis parasit [5]. Hutan mangrove Indonesia dengan keragaman jenis tanaman mangrove yang ada didalamnya, merupakan suatu keuntungan sekaligus tantangan dalam kaitannya dengan pemanfaatan hutan mangrove sebagai salah satu sumber produk alam laut. Dapat menjadi keuntungan dikarenakan keragaman hayati (*biodiversity*) hutan mangrove yang tinggi, akan memberikan keragaman senyawa metabolit sekunder (*biochemical diversity*) yang tinggi pula. Hal ini disebabkan masing-masing jenis tanaman mangrove memiliki proses biosintesis yang berbeda sehingga menghasilkan senyawaan yang berbeda pula baik dari sifat fisika maupun kimia. Merupakan suatu tantangan dikarenakan masih minimnya informasi hasil kegiatan eksplorasi tanaman mangrove Indonesia sebagai salah satu sumber marine natural products. Padahal secara tradisional, masyarakat telah mempergunakan sejak lama beberapa ekstrak tanaman mangrove untuk obat-obatan. Pada umumnya keberadaan

hutan mangrove dipandang sebelah mata karena tidak dianggap memberikan nilai keuntungan ekonomi yang signifikan terhadap pendapatan suatu daerah. Pertimbangan ekonomi lebih diutamakan dibandingkan pertimbangan ekologi dari hutan mangrove sehingga hutan mangrove selalu dialih fungsikan menjadi tempat-tempat yang dianggap lebih produktif secara ekonomi. Untuk itu, agar keberadaan hutan mangrove tetap terjaga, harus dapat pula dipertimbangkan alasan mengenai aspek ekonomi lain yang dapat diperoleh dari hutan mangrove. Pemanfaatan hutan mangrove sebagai salah satu sumber *marine natural products*, merupakan salah satu strategi untuk memberikan nilai tambah pada keberadaan hutan mangrove sehingga tidak lagi dipandang sebelah mata. Luaran berupa senyawa *lead compounds* yang dapat dipergunakan dalam bidang obat-obatan dengan nilai komersil yang tinggi, merupakan alasan pendukung yang kuat untuk mempertahankan eksistensi keberadaan hutan mangrove. Hutan mangrove tidak lagi dianggap hanya berperan secara ekologis saja, tetapi secara ekonomi juga menguntungkan.

Dalam upaya meningkatkan mutu dan produktivitas hasil pertanian, penggunaan pestisida untuk membasmi hama tanaman sering tak terhindarkan. Pestisida yang digunakan diharapkan dapat membantu petani dalam mendapatkan keuntungan yang maksimal. Namun, penggunaan pestisida dengan dosis besar dan dilakukan secara terus menerus akan menimbulkan beberapa kerugian, antara lain residu pestisida akan terakumulasi pada produk-produk pertanian, pencemaran pada lingkungan pertanian, penurunan produktivitas, keracunan pada hewan, dan keracunan pada manusia yang berdampak buruk terhadap kesehatan. Tingginya dampak negatif yang ditimbulkan oleh pestisida sintetis maka mendorong berbagai usaha untuk mengembangkan jenis pestisida nabati. Tumbuhan mangrove mengandung senyawa seperti *alkaloid*, *flavonoid*, *fenol*, *terpenoid*, *steroid* dan *saponin*. Golongan senyawa ini merupakan bahan obat-obatan modern [6]. Beberapa tumbuhan bakau genus *Rhizophoraceae* telah dilakukan uji terhadap daya toksisitas terhadap larva suatu serangga diantaranya

adalah *Brugueira cylindrica*, *Ceriops decandra*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora lamarckii*, dan *Rhizophora mucronata*. Dari tanaman-tanaman tersebut, ekstrak petroleum ether dari tanaman *Rhizophora apiculata* yang paling efektif terhadap larva nyamuk *Culex quinquefasciatus* dengan nilai LC_{50} sebesar 25,7 mg/L [7]. Pada tumbuhan spesies *Rhizophora apiculata* juga telah dilakukan penelitian tentang potensi berbagai tumbuhan penghasil racun bagi insektisida di antaranya adalah telah diisolasi 5 alkohol alifatik berantai panjang, 11 asam karboksilat jenuh alifatik berantai panjang, dan 3 steroid yaitu 2,6-dimethoxy-*p*-benzoquinone, syringaldehyd, dan sitosteryl 3-glukosida dari bagian tengah kayu *Rhizophora apiculata* [8].

Berdasarkan hasil penelitian tentang senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalam tumbuhan *Rhizophora apiculata*, maka dilakukan uji bioaktivitas ekstrak kloroform *Rhizophora apiculata* terhadap hama uji ulat grayak (*Spodoptera littura*, Fabr.).

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah: Seperangkat alat untuk ekstraksi maserasi dan *vacuum rotary evaporator* dan seperangkat alat untuk uji bioaktivitas ekstrak.

Bahan

Beberapa bahan yang digunakan pada penelitian ini: Bahan untuk ekstraksi yaitu: Tumbuhan *Rhizophora apiculata*, kloroform p.a. Bahan untuk uji bioaktivitas: ulat grayak, ekstrak kloroform, tween 80, aquades, dan daun jarak kepyar

Prosedur Penelitian

Tahap pengumpulan dan penyiapan sampel

Sampel tumbuhan bakau minyak (*Rhizophora apiculata*) diperoleh dari daerah Osowilangun, Gresik, Jawa Timur. Sebelum diteliti, terlebih dahulu diidentifikasi ke LIPI UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi, Pasuruan, Jawa Timur. Tumbuhan tersebut selanjutnya dikeringkan dengan cara diangin-anginkan untuk mengurangi penguapan yang mengikutkan senyawa yang terkandung didalamnya,

sehingga diperoleh ± 5 kg sampel tumbuhan bakau minyak (*Rhizophora apiculata*) kering, kemudian digiling hingga berbentuk serbuk.

Tahap ekstraksi

Serbuk halus bakau minyak (*Rhizophora apiculata*) sebanyak 5 kg di maserasi menggunakan pelarut kloroform dengan ketinggian pelarut pada waktu merendam ± 1 cm di atas sampel. Maserasi dilakukan sebanyak 3 kali masing-masing selama 24 jam pada suhu kamar. Hasil maserasi disaring secara vakum menggunakan penyaring Buchner dan filtrat yang diperoleh diuapkan secara vakum menggunakan penguap putar *rotary vacuum evaporator* untuk memperoleh ekstrak kental.

Tahap uji bioaktivitas ekstrak kloroform *Rhizophora apiculata* (EKRA)

Pembuatan atau preparasi larutan uji ekstrak kloroform dibuat dalam tujuh variasi konsentrasi dengan membuat larutan induk 6400 mg/L ekstrak kloroform kulit batang tumbuhan bakau minyak (*Rhizophora apiculata*) terlebih dahulu dengan cara 1,6 g EKRA dituang ke dalam gelas kimia, lalu ditambahkan beberapa tetes tween 80 sebagai emulsifier (bahan pengemulsi, karena ekstrak tidak dapat larut dalam air), kemudian ditambah dengan aquades sedikit demi sedikit (sebagai bahan pembawa pada *water based formulation*) dan diaduk hingga homogen. Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL. Membuat larutan ekstrak kloroform kulit batang tumbuhan bakau minyak (*Rhizophora apiculata*) dalam air dengan konsentrasi 0, 200, 400, 800, 1600 dan 3200 mg/L dengan cara mengambil 0; 3,125; 6,25; 12,5; 25 dan 50 mL dari larutan induk 6400 mg/L kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, larutan dikocok sampai homogen dan ditambahkan aquades sampai tanda batas.

Pembuatan atau preparasi larutan uji ekstrak kloroform dibuat dalam tujuh variasi konsentrasi (0, 200, 400, 800, 1600, 3200 dan 6400 mg/L) dan setiap perlakuan diulang empat kali. Sementara itu, serangga uji yang digunakan setiap perlakuan sebanyak 15 ekor larva ulat grayak instar II. Pemilihan ulat grayak instar II karena ulat grayak instar II mempunyai pertumbuhan dan perkembangan lebih rendah dari pada ulat grayak instar III,

sehingga mempunyai kemampuan didalam menetralkan senyawa yang bersifat toksik lebih rendah daripada ulat grayak instar III. Pada penelitian ini pemilihan instar ulat grayak menjadi bagian yang penting karena ulat grayak tersebut menjadi obyek dalam penelitian ini. Jika salah memilih instar ulat grayak maka akan mengakibatkan tingkat kematian larva yang terlalu cepat atau terlalu lama, sehingga akan didapatkan LC (*Lethal Concentration*) yang tidak sesuai dengan target penelitian.

Pengujian ini dilakukan dengan metode residu daun, dengan cara penyemprotan pakan (racun perut) dan pencelupan ulat (racun kontak) yaitu daun jarak kepyar segar disemprot dengan menggunakan menara semprot potter pada berbagai konsentrasi yang di uji, kemudian dikering-anginkan selama ± 10 menit dan dimasukkan ke toples perlakuan (toples plastik) yang akan diisi 15 ekor larva instar II. Pakan diganti dengan daun jarak kepyar tanpa perlakuan. Untuk uji bioaktivitas ekstrak kloroform *Rhizophora apiculata* dilakukan setiap hari selama 3 x 24 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

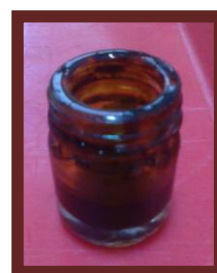
Hasil Ekstraksi Sampel Kulit Batang Tumbuhan *Rhizophora apiculata*

Sampel kulit batang tumbuhan yang diperoleh seberat ± 10 kg berat basah seperti yang tampak pada gambar 1. Tumbuhan tersebut selanjutnya dikeringkan dengan cara diangin-anginkan untuk mengurangi penguapan yang mengikutkan senyawa yang terkandung didalamnya, sehingga diperoleh ± 8 kg sampel tumbuhan bakau minyak (*Rhizophora apiculata*) kering, kemudian digiling hingga berbentuk serbuk.



Gambar 1. (a) Kulit batang basah tumbuhan *Rhizophora apiculata*, (b) Kulit batang kering tumbuhan *Rhizophora apiculata*

Serbuk kering kulit batang tumbuhan *Rhizophora apiculata* dengan berat ± 6 kg secara bertahap dimaserasi lebih dulu dengan pelarut kloroform p.a ± 1 cm di atas sampel selama 24 jam dan diulang sebanyak 3 kali. Filtrat hasil tiap maserasi kemudian diuapkan dengan *vacuum rotary evaporator* untuk memperoleh ekstrak kloroform. Selanjutnya residu dikeringkan kembali dengan cara dikering-anginkan untuk dimaserasi kembali dengan kloroform p.a. ± 1 cm di atas sampel selama 24 jam dan diulang sebanyak 3 kali. Filtrat hasil tiap maserasi kemudian diuapkan dengan *vacuum rotary evaporator* dan diperoleh ekstrak kental kloroform berwarna hijau pekat kehitaman (Seperti tampak pada Gambar 2) berat ekstrak kloroform *Rhizophora apiculata* (EKRA) adalah 61,922 g.

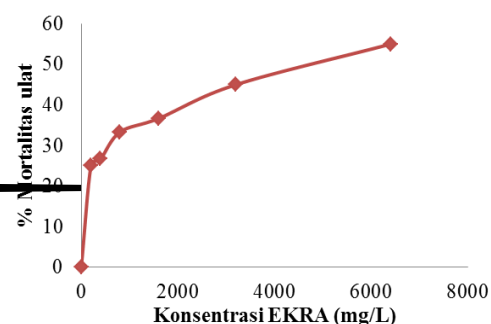


Gambar 2. Ekstrak EKRA

Hasil Uji Bioaktivitas Ekstrak Tumbuhan *Rhizophora apiculata* (EKRA)

Pengamatan uji bioaktivitas ekstrak kloroform *Rhizophora apiculata* ini dilakukan setelah selang waktu 24 jam selama 3 hsp. Data pengamatan hasil uji bioaktivitas yang diperoleh menunjukkan jumlah kematian larva seperti yang terlihat pada tabel 1. Larva tersebut dikatakan mati apabila disentuh tidak memberikan respon berupa gerakan atau tanda kehidupan.

Tabel 1. Pengaruh Konsentra



si EKRA terhadap Jumlah Ulat Grayak yang Mati hingga 3 hsp.

Konsentrasi (mg/L)	Jumlah Ulat (n)	Jumlah Ulat Mati		
		24 jam	48 jam	72 jam
0	60	0	0	0
200	60	3	11	15
400	60	4	13	16
800	60	9	15	20
1600	60	10	15	22
3200	60	11	17	27
6400	60	18	22	33

EKRA dengan konsentrasi yang berbeda menyebabkan mortalitas ulat grayak yang bervariasi. Pengaruh konsentrasi EKRA terhadap persentase mortalitas ulat grayak ditunjukkan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi EKRA terhadap % Mortalitas Ulat Grayak hingga 3 hsp.

Konsentrasi (mg/L)	Jumlah Ulat (n)	% Mortalitas		
		24 jam	48 jam	72 jam
0	60	0,00	0,00	0,00
200	60	5,00	18,3	25,0
400	60	6,66	21,7	26,7
800	60	15,0	25,0	33,3
1600	60	16,7	25,0	36,7
3200	60	18,3	28,3	45,0
6400	60	30,0	36,7	55,0

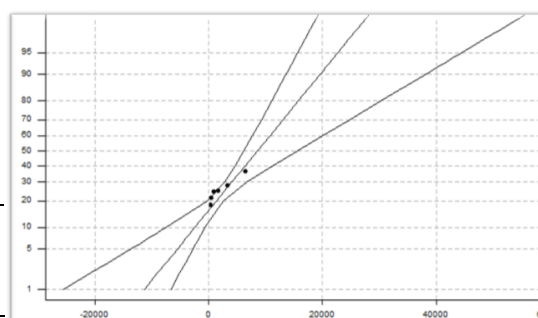
Pada tabel 2 di atas terlihat bahwa peningkatan konsentrasi EKRA dapat menyebabkan peningkatan % mortalitas pada larva ulat grayak. Data pengamatan yang dihasilkan pada tabel 2 selanjutnya digunakan untuk menganalisis pengaruh konsentrasi EKRA terhadap mortalitas ulat grayak pada 3 hsp seperti tampak pada Gambar 3 berikut.

Gambar 3. Grafik pengaruh konsentrasi EKRA terhadap % mortalitas ulat grayak

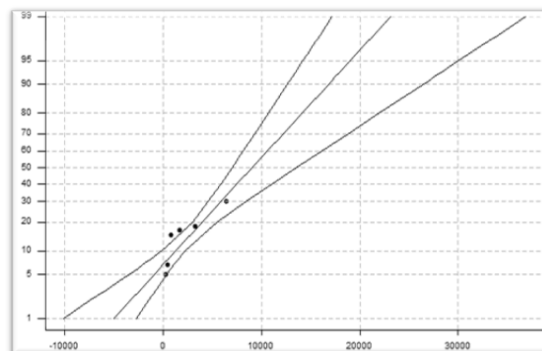
Pada Gambar 3 terlihat bahwa pola hubungan antara konsentrasi dan % mortalitas ulat grayak menyatakan bahwa konsentrasi EKRA yang semakin tinggi menyebabkan terjadinya mortalitas ulat grayak yang semakin tinggi secara nyata. Hal ini dapat dilihat dari nilai koefisien determinasi ($R^2 = 0,6741$).

Data pengamatan yang dihasilkan pada tabel 1 selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai mortalitas median (LC_{50}) dari EKRA untuk 1-3 hsp, dimana hasil grafik analisis probit minitab 13 *for windows* terlihat seperti Gambar 4, 5, dan 6 berikut.

Gambar 4. Model regresi linier probit uji bioaktivitas EKRA 1 hsp.

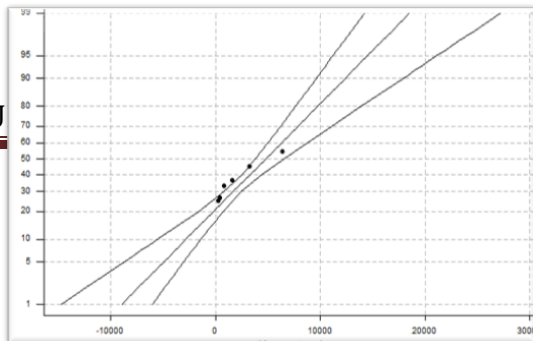


Gambar 5. Model regresi linier probit uji bioaktivitas EKRA 2 hsp



Gambar 6. Model regresi linier probit uji bioaktivitas EKRA 3 hsp

Berdasarkan ketiga gambar grafik di atas, dapat dijelaskan bahwa pemilihan konsentrasi untuk mematikan ulat grayak sudah benar karena tanda titik yang berada dalam gambar tidak melewati garis standar deviasi. Berdasarkan grafik analisis probit dari larutan uji EKRA untuk 1-3 hsp (hari setelah pemaparan) maka dapat diperoleh



persamaan linearitas dan nilai LC_{50} seperti tampak pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Persamaan Linearitas dan Nilai LC_{50}

Hsp	Persamaan Linear	LC_{50} (mg/L)
1	$y = 3,5086 + 0,00016553x$	9009.573
2	$y = 3,9990 + 0,00011706x$	8550.761
3	$y = 4,1924 + 0,00016968x$	4759.487

Pendugaan nilai toksisitas insektisida terhadap serangga hama diukur dengan nilai LC_{50} , yaitu suatu konsentrasi atau dosis yang dapat menyebabkan kematian 50% serangga hama yang diuji [9]. Dari hasil analisis probit, nilai LC_{50} pada tabel 3 dapat dilihat bahwa dengan lama paparan yang berbeda akan menghasilkan nilai LC_{50} yang berbeda pula. Lama paparan yang paling efektif digunakan adalah 3 hsp dengan nilai LC_{50} yang kecil sebesar 4759,478 mg/L dan persentase mortalitas yang besar yaitu 55,00 %.

Pada pengamatan secara visual terhadap perilaku makan dan gerak ulat grayak nampak berbeda dengan kontrol. Pada masing-masing perlakuan EKRA terhadap ulat grayak mengalami gejala keracunan yang ditandai dengan kehilangan kegesitan, aktivitas makan menurun (antifeedant), warna tubuh menjadi coklat kehitaman, dan akhirnya ulat grayak mati dengan tubuh mengering seperti yang terlihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Larva yang mati akibat perlakuan EKRA

Gejala keracunan diduga karena terganggunya sistem syaraf dan sistem metabolisme yang disebabkan adanya senyawa-senyawa kimia pada EKRA. Hasil penelitian ini juga diperkuat oleh Hoesain

(1995), yang menyebutkan bahwa sifat serangga yang menolak makan dapat disebabkan senyawa pengganggu proses fisiologi yang terjadi pada sel reseptor kimiawi. Weinzierl (1991), menambahkan bahwa salah satu keuntungan insektisida nabati adalah cara kerjanya yang cepat dalam menghentikan proses makan serangga walaupun tidak menyebabkan kematian dalam beberapa jam atau hari. Namun dengan segera menyebabkan kelumpuhan atau penghentian aktivitas makan.

Nilai LC_{50} yang diperoleh dari analisis probit untuk uji bioaktivitas insektisida EKRA dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Nilai LC_{50} EKRA selama 3 hsp

Lama Pengamatan (jam)	LC_{50} (mg/L)
24	9009.573
48	8550.761
72	4759.487

Hubungan antara LC_{50} dengan klasifikasi toksisitas relatif suatu zat kimia dinyatakan dalam kategori toksisitas, sebagaimana tercantum pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hubungan antara LC_{50} dengan kategori toksisitas

Kategori	LC_{50}
Supertoksik	≤ 5 mg/kg
Sangat toksik	5-50 mg/kg
Toksik	50-500 mg/kg
Toksik sedang	0,5-5 g/kg
Toksik ringan	5-15 g/kg
Praktis tidak toksik	> 15 g/kg

Sumber: Lu, Frank (1995) [10]

Berdasarkan Tabel 5 di atas, maka dapat dikatakan bahwa EKRA bersifat toksik sedang karena mempunyai nilai LC_{50} sebesar 4759,487 mg/L.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah Nilai LC_{50} dari uji bioaktivitas terhadap ulat grayak yaitu sebesar 4759,487 mg/L dengan mortalitas sebesar 55% dan nilai koefisien determinasi sebesar 0,6741 atau sebesar 67,41% yang berarti ada korelasi antara variasi konsentrasi EKRA terhadap mortalitas larva ulat grayak instar II. Jadi, EKRA efektif pada rentang konsentrasi 3200-6400 mg/L.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kathiresan, K. and B.L. Bingham. 2001. Biology of mangrove and mangrove ecosystem. *Advances In Marine Biology*. 40 : 81-251.
2. Damanik, M., 2008. Rehabilitasi hutan mangrove masih sebatas jargon. *Samudra*. IV (65) : 14-15.
3. Agung. 2007. Penelusuran Efektifitas Beberapa Bahan Alam sebagai Kandidat Antibakteri dalam Mengatasi Penyakit Vibriosis pada Udang Windu. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-13710-Bibliography.pdf>. Diakses pada tanggal 20 April 2012.
4. Samudra. 2008. Tanjung Api-Api hapuskan sabuk pengaman. *Samudra*. IV (65) : 10-12.
5. Sukardjo, S. 1984. Ekosistem mangrove. *Oseana*. IX (4) : 102-115.
6. Eryanti. 1999. *Identifikasi dan isolasi senyawa kimia dari Mangrove (hutan Bakau)*. Laporan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Kawasan Pantai dan Perairan Universitas Riau. 18 hal.
7. Kathiresan, K. and B.L. Bingham. 2001. Biology of mangrove and mangrove ecosystem. *Advances In Marine Biology*. 40 : 81-251.
8. Kokpol, U., Chavasiri, W., Chittawong, V., Bruce, M., *et.al*. 1993. *Long Chain Aliphatic Alcohols and Saturated Carboxylic Acids from Heartwood of Rhizophora apiculata*. *Phytochemistry*. Vol. 33. No. 5. pp. 1129-1131.
9. Lu frank, C. 1995. *Toksikologi dasar (Azas, Organ Kasaran dan Penilaian Risiko)*. Jakarta: Universitas Indonesia.